ALESSANDRO VOLTA (1745-1827) NEL SECOLO DELLA RIVOLUZIONE SCIENTIFICA E TECNOLOGICA (1750-1850)

Pochi scienziati hanno lasciato documentazione così ricca in pubblicazioni e manoscritti e pochi hanno trovato lettori e cultori così numerosi ed attenti, come Alessandro Volta. L'insieme delle sue pubblicazioni e delle sue lettere nonché di quelle sulla sua vita e la sua opera (1) è compreso in circa 10.000 pagine spesso di grosso formato o fittamente stampate.

Dire cose nuove su Volta e sulle sue opere — perché sconosciute o inedite — è dunque difficile se non impossibile, perché tutto è già stato detto o quasi; è tuttavia interessante cercare di inquadrarne la figura e l'opera in quel periodo straordinario in cui è vissuto, a cavallo dei due secoli che hanno visto la rivoluzione scientifica e tecnologica, nonché quella culturale, sociale ed economica che insieme hanno portato prepotentemente alla civiltà di oggi; a maggior ragione se si pensa che ad eccezione dell'opera di singole e poche figure di rilevante statura, tra le quali emerge quella di Volta, alla rivoluzione scientifica e tecnologica il nostro Paese, in quanto tale, ha portato contributi modesti, se non insignificanti.

Per comprendere la singolarità della presenza di Volta in quella rivoluzione tutta europea che gli storici collocano nei cento anni che vanno all'incirca dal 1750 al 1850, è importante soffermarsi, sia pur brevemente e per grandi linee, sul quadro culturale e scientifico europeo nel quale egli si è autorevolmente collocato e su quello italiano e lombardo nel quale egli si è formato. Tra l'altro, confrontando quanto è avvenuto in Europa con quanto non è avvenuto in Italia, ne esce di riflesso una immagine della Università di Pavia che per merito di Principi ispirati da illuminato riformismo e per l'opera di figure eminenti quali Spallanzani, Volta e Scarpa — per citare solo i maggiori — tro-

(1) Tra i documenti di maggiore rilievo menzioniamo:

Collezione delle opere di Alessandro Volta, Patrizio Comasco, tre volumi a cura di V. Antinori, 1817.

Le Opere di Alessandro Volta. Edizione Nazionale sotto gli auspici della Reale Accademia dei Lincei e del Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere; in sette volumi, Milano 1918-1929.

Epistolario di Alessandro Volta. Edizione Nazionale sotto gli auspici dell'Istituto Lombardo di Scienze e Lettere e della Società Italiana di Fisica, in cinque volumi, Bologna 1949-1955 ed aggiunte, in un volume, 1966.

Alessandro Volta, a cura di Giovanni Polvani, Pisa, Domus Galileiana, 1942.

Indici delle Opere e dell'Epistolario di Alessandro Volta. Edizione Nazionale a cura di Ferretti Torricelli sotto gli auspici dell'Istituto Lombardo di Scienze e Lettere e della Società Italiana di Fisica, in due volumi, Milano 1974-1976.

va in quella rivoluzione una collocazione particolare e di tutto rispetto se confrontata con quella delle sue consorelle vicine e lontane.

* * *

Nella seconda metà del XVIII secolo la popolazione era per una frazione non lontana dai nove decimi, direttamente o indirettamente impegnata nella lavorazione dei campi. Qualsiasi fattore condizionante l'agricoltura era necessariamente destinato a modificare la società: la popolazione, la distribuzione della ricchezza, i rapporti politici e sociali, le espressioni culturali ed il grado di benessere.

Emarginazione, povertà ed analfabetismo, erano largamente diffusi, specie nella fascia meridionale europea. Per fare un esempio, mentre nella Europa nord-occidentale (Inghilterra, Scozia, Francia, Olanda, Prussia e Germania) il tasso di analfabetismo era inferiore al 50% circa, in Spagna era del 90%, in Italia dell'85% ed in Russia del 95% circa (2).

Il resto della popolazione, uomini di Governo e di Chiesa, aristocratici, mercanti, artisti e studiosi, costituivano una esigua e privilegiata minoranza assai vicina — spesso servilmente — al potere dei Principi; a tale minoranza apparteneva Alessandro Volta.

Era questa minoranza o una imprecisabile frazione di essa che, di fatto, assorbiva la grande cultura del tempo — almeno fino alla Rivoluzione Francese ed oltre nel secolo successivo — che aveva avuto quali grandi protagonisti, tra i molti: Bach, scomparso nel 1750 e Vivaldi scomparso nove anni prima; Rousseau e Voltaire; Kant, Beethoven e Goethe che vissero nel secolo della rivoluzione; Mozart e Foscolo, bruciati in così breve volgere di tempo; quella delle Università e delle Accademie, nonché dei Circoli Culturali esclusivi.

E la stessa minoranza — più o meno nelle stesse sedi — era quella che assorbiva la grande cultura scientifica maturata nei secoli precedenti e che aveva avuto in epoca post-rinascimentale quali maggiori protagonisti: Copernico, Galilei, Descartes, Huygens, Leibniz e Newton.

L'affermazione — specie per merito di Galilei — del metodo sperimentale ossia l'avvento della Scienza modernamente intesa e la lettura meccanicistica e matematica del grande libro dell'Universo che essi seppero dare costituivano allora, come costitui-

---

(2) I tassi di analfabetismo nei vari Paesi europei sono stimati e dedotti dai registri matrimoniali dove lo sposo (a) analfabeta firmava con la croce; l'istituto del censimento, nella accezione moderna, è infatti generalmente assai posteriore.

I dati citati e quelli che lo saranno più avanti, sono stati gentilmente forniti dal Prof. G. Vigo che si ringrazia.

scono ancora oggi, una delle speculazioni più elevate dell'intelletto umano, quali espressioni esemplari di concorrenza e fusione tra osservazione, sperimentazione ed analisi da un lato ed interpretazione teorico-matematica dall'altro. La grandiosità, nonché la eleganza formale e semplicità concettuale della loro opera, non ha trovato corrispondenze nella storia post-rinascimentale, se non in questi ultimi cento anni.

Nei secoli XVIII e XIX i fondamenti della loro opera — riassumibili nel cosiddetto newtonianesimo — dominavano gran parte del pensiero scientifico in quanto corpo teoretico così generale, da considerarsi esaustivo e definitivo nell'inquadramento di tutti i fatti osservati.

* * *

Sempre una minoranza aveva affrontato, fin dai secoli più remoti e in forme varie, fortunate e sfortunate, problemi di sviluppo tecnologico coinvolgendo larghi strati della maggioranza con l'artigianato, la produzione artistica ed architettonica, le attrezzature per l'agricoltura, i mezzi per la navigazione ecc. ecc. Senza risalire ai secoli più lontani, peraltro assai ricchi e sorprendenti per ritrovati tecnologici di vario tipo, ricordiamo che il mito inafferrabile del «moto perpetuo» aveva stimolato la diffusione del concetto di energia meccanica pensando all'Universo come ad una immensa sorgente di energia da afferrare ed imprigionare a vantaggio dell'uomo, fin dal XIII secolo; e tale rimase in quelli successivi sollecitando quella fantasia ed immaginazione senza le quali la tecnologia dell'energia dell'occidente non si sarebbe sviluppata!

Ruggero Bacone, attorno al 1260, affermava, anche sull'onda di quel mito ed anticipando profeticamente di 600 anni le conseguenze della rivoluzione scientifica e tecnologica: «Si possono costruire macchine per mezzo delle quali le più grandi navi, guidate da un solo uomo, potranno procedere più velocemente che se fossero cariche di rematori; si possono costruire carri che si muoveranno ad incredibile velocità e senza essere tirati da animali; si possono costruire macchine volanti nelle quali un uomo potrà battere l'aria con le ali come un uccello; macchine permetteranno di scendere nel fondo dei mari e dei fiumi».

Già nella seconda metà del quindicesimo secolo l'Europa disponeva sia di fonti di energia più ricche e diversificate di quelle utilizzate precedentemente da qualsiasi altra civiltà, sia di mezzi tecnici per impadronirsene e gestirle; l'alto consumo di energia e quindi l'importanza economica e la potenza militare favorirono in larga misura, dopo il 1492 l'espansione dell'Europa nel mondo.

Ma, secondo una riflessione di White — storico della tecnologia — «durante i quattro secoli che seguirono Leonardo, vale a dire fino a che l'energia elettrica non richiese nuove tecniche, si fu più impegnati a sviluppare e perfezionare i principi base scoperti nei

quattro secoli anteriori a Leonardo, che nello scoprirne di nuovi» (3).

Tant'è che solo nel XVIII secolo, con l'avvento della rivoluzione scientifica e tecnologica, e dei ben noti rivolgimenti politici e sociali si comincia ad incidere profondamente su tutti gli aspetti della civiltà, creando le premesse per il rovesciamento di quei rapporti tra minoranze e maggioranze ai quali si è prima accennato; rovesciamento che sta a caratterizzare le società più evolute di oggi.

Mentre l'evoluzione scientifica coinvolse, sia pure in diversa misura, gran parte delle nazioni più avanzate, specie del centro-nord europeo, quella tecnologica trovò le sue origini e il suo sviluppo prima in Gran Bretagna, poi nell'Europa continentale — essenzialmente in Francia e Germania — successivamente nell'America del nord ed infine in gran parte del resto del mondo.

Il fatto che la rivoluzione tecnologica abbia trovato in Gran Bretagna un fertile terreno fu conseguenza naturale di parecchi fattori. Tra questi: una efficace riforma scolastica con l'introduzione, tra l'altro, della nuova matematica e del nuovo sperimentalismo che trovò riscontro — sia pure parziale — solo nella Europa continentale nord-occidentale, ma non certamente in quella meridionale ed orientale; la singolare presenza e cooperazione di uomini di ingegno e di grande iniziativa che resero la Gran Bretagna capace di approfittare, con spregiudicato senso pratico, di tutte le possibilità offerte dalle contingenze: ridotta partecipazione alle guerre che impoverirono l'Europa, dominio incontrastato dei mari, ricchezza di materie prime.

Ma nel 1750 una cultura industriale, così come è oggi è intesa, non esisteva in nessun paese anche se solide basi per il suo avvento e sviluppo fossero già poste.

I collegamenti, così come le intersezioni e le sovrapposizioni o le dipendenze tra evoluzione scientifica ed evoluzione tecnologica sono, nei cento anni della rivoluzione, assai complessi e confusi. La scienza diventò incentivo della tecnologia e quindi dell'industria nel suo insieme, soltanto dopo; ma già nel XVIII secolo aveva conquistato per essa una certa importanza, con la evoluzione dalla empiria alla scienza, come base della tecnologia.

Mentre molti settori della tecnologia restarono praticamente al di fuori dell'influenza delle nuove idee scientifiche, alcuni se ne arricchirono attraverso apporti diretti di numerosi scienziati; ad es.: l'industria chimica con Lavoisier e Gay-Lussac; l'epopea della macchina a vapore nel rapporto tra Black e Boulton-Watt; lo studio e la fabbricazione di lenti ottiche attraverso Faraday; la invenzione della lampada di sicurezza per l'industria mineraria attraverso Davy; gli strumenti per la navigazione e la compilazione di carte geografiche con l'apporto di numerosi scienziati; i progetti di posa dei primi cavi transatlantici con Thomson-Lord Kelvin; lo sviluppo del telegrafo in Toscana attraverso Matteucci. Dei conributi di Volta, si dirà più avanti.

---

(3) Lynn Towsend White, *Civiltà delle macchine*, Anno XIX, numero 3-4, maggio-agosto 1971.

Ma un modo indiretto e particolarmente efficace per la penetrazione scientifica nella tecnologia fu la concezione messianica o filantropica della funzione sociale della scienza applicata. Basta ricordare: i progetti filantropici di Thomson-Von Rumford per l'alleviamento della miseria, alimentati anche dall'entusiasmo del tempo verso la scienza applicata per la liberazione dell'uomo dai lavori pesanti; gli enciclopedisti francesi con il «Dizionario ragionato delle scienze, delle arti e dei mestieri» di Diderot e d'Alembert apparso in 39 volumi nel 1751-1752. Osteggiata dagli oscurantisti, salutata da altri come il caposaldo di una nuova era culturale, essa fu tra le cause primarie di quello spirito nuovo che doveva portare, tra l'altro, alla Rivoluzione Francese. Per ampiezza, approfondimenti e ricchezza illustrativa, essa contribuì efficacemente in Francia ed in Europa a classificare, documentare e divulgare la tecnologia del tempo che era quello dei Lumi; ma, soprattutto, essa operava una vera e propria redenzione del lavoro manuale dopo secoli in cui le arti meccaniche, i mestieri, le tecniche in generale, erano state considerate attività inferiori rispetto alle arti liberali, alla teologia, alla filosofia.

* * *

Venendo al nostro Paese e, in particolare, alla Lombardia (4) di Alessandro Volta e prescindendo degli studi storici, filosofici e letterari nonché dalle espressioni artistiche che, sia pur con alterne fortune, hanno sempre costituito colonna portante continua e significativa della nostra cultura, è riconosciuto che nel periodo precedente al regno di Maria Teresa d'Austria, ad iniziare da quello galileiano, la produzione scientifica in Lombardia fu molto modesta e per lo più estranea agli sviluppi innovativi; tuttavia, l'adeguamento della didattica scientifica con l'introduzione del nuovo sperimentalismo e della nuova matematica — peraltro già assai diffusi nei maggiori paesi europei — se non in Lombardia, era invece avvenuto, almeno in parte, in Toscana («Fisiocratici» a Siena), Emilia («Inquieti» a Bologna), Veneto e Piemonte.

La situazione Lombarda era stata sfortunatamente condizionata fino al primo settecento dal dominio Spagnolo (1540-1713) che ben poco, se non nulla, determinò nel rinnovamento della vita delle istituzioni culturali lombarde. Talché, sotto il profilo della presenza organizzata della scienza, la Lombardia della prima metà del '700 appare più arretrata delle altre regioni; certamente non fu estranea a questo isolamento la difficoltà che incontrò l'interpretazione galileiana della natura della ricerca scientifica nella dire-

---

(4) Un quadro significativo ed esauriente della società lombarda della seconda metà del XVIII secolo è contenuto in *Economia, Istituzioni, Cultura in Lombardia nell'età di Maria Teresa*, a cura di A. De Maddalena, E. Rotelli, G. Barbarini. Bologna, Società Editrice il Mulino, 1982.

zione di un illuministico razionalismo, nel quale il Governo Spagnolo — e non solo esso — ravvisava ottusamente una funzione eversiva delle strutture scolastiche, sostanzialmente monopolizzate da religiosi.

Tuttavia la circolazione di metodi e risultati in misura sufficiente per indurre e facilitare mutamenti di metodo, pur all'interno delle tematiche tradizionali, trasse valide motivazioni dalla presenza di gruppi accademici nonché di cenacoli operanti attorno a famiglie del Patriziato Lombardo.

Tra i vari gruppi accademici ricordiamo gli «Animosi» di Cremona, gli «Affidati» di Pavia, i «Timidi» di Mantova, i «Trasformati» di Milano e tra le famiglie del Patriziato Lombardo, i Belcredi e i Bellisomi (5) a Pavia, gli Agnesi, i Pertusati e i Dati della Somaglia ed altri a Milano.

Ancora a Milano ricordiamo le Accademie dei «Cavalieri» e «Clelia dei Vigilanti» (ispirata da Clelia Borromeo del Grillo) e la «Società Palatina». Nel resto della Lombardia, ad eccezione di Mantova dove l'Accademia dei «Timidi» e l'accademia Virgiliana, fuse poi nella Accademia Reale di Scienze e Belle Lettere, svolgevano una significativa attività, la promozione scientifica era assai limitata e sacrificata come a Cremona, Brescia, Bergamo.

Furono esponenti di tali gruppi: Archinto, Ceva, Saccheri, Brusati, Vallisnieri, Grandi, Crivelli, Del Borro, Silva ed altri.

Ma la cultura scientifica che veniva proposta in tali consessi era spesso marginale e comunque sacrificata; quasi sempre come una particolare forma di interesse umanistico alle «cose della natura». Ad essi si accedeva solitamente sulla base di criteri sociali più che culturali privilegiando aristocratici e religiosi ed emarginando, di fatto, quegli esponenti dei ceti tecnico-professionali (medici, ingegneri, agronomi ecc.) il cui lavoro ed interesse era più rivolto ai fenomeni naturali da indagare piuttosto che all'accertamento di fatti «utili o curiosi» tanto cari e sostenuti dai gruppi dominanti di tali consessi.

Va poi sottolineato che contrariamente a quanto si verificò essenzialmente in Toscana e nel Veneto nel periodo pre-illuministico dove le motivazioni ideologiche laico-razionalistiche ebbero un certo peso, in Lombardia - almeno fino alle riforme di Maria Teresa - l'insegnamento fisico-matematico e naturalistico fu praticamente monopolizzato da istituti religiosi e singoli religiosi, spesso gesuiti, erano titolari dei più importanti insegnamenti. Molti religiosi furono coinvolti nella ricerca scientifica disponendo di istituti con dotazioni strumentali e programmi didattici adeguati; ma alla interpretazione razionalistico-critica degli sviluppi scientifici, la tradizione gesuitica sovrappose dominante la visione cristiana di tutti i problemi materiali a cominciare dalla creazione. Tut-

---

(5) La biblioteca della famiglia Bellisomi fu l'unica esistente in Pavia, fino al 1770, che dava spazio ad opere scientifiche; in quell'anno fu fondata, per impulso di Maria Teresa e dedizione del matematico Fontana, la Biblioteca Universitaria.

tavia, le scuole dei Gesuiti giocarono un ruolo importante e prezioso nel sistema educativo generale. Tant'è che fin da quando si avvertirono palesemente i primi sintomi delle difficoltà in cui di dibatteva la Compagnia di Gesù, il sistema scolastico accentuò le proprie insufficienze con riduzione ulteriore della promozione culturale scientifica. Come è noto, la Compagnia di Gesù, venne ovunque soppressa da Clemente XIV nel 1773 e ricostituita, su basi in gran parte nuove, da Pio VII nel 1814.

Nel periodo intermedio di metà secolo, a differenza di quanto avveniva in altre regioni, i gruppi accademici lombardi subirono una evoluzione negativa a causa sia della instabile situazione politica sia del cedimento dei gruppi aristocratici che «pagano» la loro politica di emarginazione dei gruppi tecnico-professionali. Il periodo dei «dilettanti colti» si spense riducendosi ad attività salottiere; le Accademie persero gran parte della loro spinta promozionale. È l'ambiente culturale della giovinezza di Verri, Beccaria e Parini.

Successivamente, in quello Teresiano e post-Teresiano, si affermarono a Milano l'Accademia dei «Pugni» che si estese poi al «Caffè» e successivamente la «Società Patriottica». Ne furono esponenti di rilievo, per il settore scientifico, Beccaria, Lambertenghi, Visconti di Saliceto, Verri, Frisi, Boscovich ed altri e, per quello letterario, Parini. Ma altrove, con l'appoggio sia pur tiepido dei rispettivi Governi, si affermavano su basi più professionali e comunque ben diverse da quelle dilettantistiche delle Accademie e dei gruppi sopra citati, l'Accademia delle Scienze di Bologna, l'Accademia delle Scienze di Torino, l'Accademia di Scienze Lettere ed Arti di Padova e la Società Italiana delle Scienze.

Nella seconda metà del '700 la Scienza ufficiale era comunque considerata e coltivata in tutti gli Stati italiani come una nobile attività mentale, esercitata da persone spesso di straordinario acume ed abilità sperimentale, tuttavia raramente impegnate al di là di una attività dilettantistica. Questa era la caratteristica forse più saliente della scienza italiana in confronto a quella europea contemporanea; ne costituiva i limiti, ne determinava la fisionomia, ne spiegava in parte pregi e difetti, ne condizionava gli sviluppi.

Essa veniva divulgata nelle Università quasi ovunque in una atmosfera di decadenza generale. Per fare un esempio, l'Università di Pavia toccò uno dei suoi minimi storici per produttività scientifica e numero degli studenti intorno al 1750.

Deplorevole era la situazione delle Università di Torino, Bologna, Roma, Napoli e Palermo. Le biblioteche erano ovunque molto povere di opere scientifiche ed i laboratori quasi inesistenti. Né diverse erano le condizioni delle sedi minori.

Solo in Lombardia ed in Toscana, ma ormai sul finire del '700, le Università subirono una significativa evoluzione grazie al prudente riformismo illuminista di Maria Teresa e del figlio Giuseppe II nel primo caso e alla politica lungimirante dei governi granducali nel secondo caso; la Università di Pavia nelle scienze fisiche ed in particolare in quelle biologiche prima e quella di Pisa nelle scienze chimiche, fisiche e matematiche poi, se ne avvantaggiarono in larga misura.

Le riforme teresiane presero l'avvio con la istituzione della Giunta per l'istruzione nel 1765, la riorganizzazione delle Scuole Palatine a Milano, dell'Accademia di Mantova e, soprattutto, della Università di Pavia. Questi saranno i poli della cultura scientifica lombarda alla fine del '700.

Sorvolando, per brevità, sulle attività promosse dalle prime due, ricordiamo che l'Università di Pavia raggiunse allora il suo massimo splendore per l'alto magistero di uomini ormai entrati nella storia del pensiero sia umanistico che scientifico e con piena collocazione tra le maggiori Università europee. Basta ricordare tra i molti contemporanei o pressoché contemporanei di Alessando Volta: Lazzaro Spallanzani, Pietro Moscati, Antonio Scarpa, Pietro e Giuseppe Frank, Giovanni Rasori, Giovanni Antonio Scopoli, Luigi Valentino Brugnatelli, Agostino Bassi, Lorenzo Mascheroni, Vincenzo Brunacci, Vincenzo Monti, Ugo Foscolo, Pietro Tamburini, Giandomenico Romagnosi.

Né diversa era la situazione della Università di Pisa — dove non si era mai spento lo spirito galileiano — con il sorgere e lo sviluppo delle grandi scuole di chimica, di fisica e di matematica; fino ai nostri giorni.

* * *

Sul versante tecnologico, è del pari riconosciuto che in Italia i riflessi della rivoluzione ed il conseguente sviluppo industriale furono debolmente avvertiti già nella seconda metà del '700 in concomitanza con significativi accenni di ripresa economica. Contrariamente a quanto si potrebbe pensare la Toscana, tra le regioni italiane, fu quella più sensibile a tali riflessi, per effetto dei suoi più liberi ordinamenti economici; non certo la Lombardia o il Piemonte. Firenze, Pistoia, Arezzo, Colle Val d'Elsa e Pisa si distinguevano come centri artigianali ed industriali nella oreficeria, ceramica, seteria, pellame, ferro per attrezzi agricoli ed utensili vari, vetro, carta, filatura e tessitura, occupando molte migliaia di operai.

Campania, Liguria e Veneto avevano i maggiori centri per le costruzioni navali.

Tuttavia già sul finire del '700, Piemonte e Lombardia disponevano di centinaia di telai per la lavorazione della seta e della lana occupando diverse migliaia di operai e con notevoli capacità di esportazione; Como era centro di primaria importanza, già a livello europeo, nel settore. A Brescia e nei dintorni si svilupparono le ben note lavorazioni in ferro ed acciaio; soprattutto armi. Alcune metodologie adottate in agricoltura trovarono ammiratori ed imitatori in vari paesi europei.

Ma arretratezza prodotta da più di due secoli di decadenza, separazione politica e territoriale, proibizioni e fiscalismo, diffusa povertà ed analfabetismo, mancanza quasi assoluta di cultura scientifica, difficoltà a competere con le già floride imprese europee, erano seri ostacoli a questo lento moto di ascesa.

Le vicende dell'età napoleonica risvegliarono ovunque iniziative imprenditoriali anche per alimentare le necessità della Armata francese in difficoltà a causa del blocco continentale; ma il decadimento si accentuò con la restaurazione, rendendo il Paese ancora più estraneo alla rivoluzione tecnologica, nonché allo sviluppo industriale. Intorno al 1840, sul finire del secolo della rivoluzione, il nostro Paese non aveva che 21 chilometri di strade ferrate, quando la Gran Bretagna ne aveva già 1.400, la Germania 600, la Francia 500 e il valore medio del tasso di analfabetismo era dell'80% circa contro l'85% del 1750 mentre in Europa nord-occidentale (escludendo quindi la Spagna, Italia e Russia, i grandi assenti nella rivoluzione) era del 30-40% circa contro il 50% del 1750, con punte inferiori al 10% in Svezia e al 20% in Prussia e Scozia.

In Italia, dunque, il secolo della rivoluzione politica, sociale, economica ed in particolare di quella scientifica e tecnologica passa senza lasciare tracce significative. La legge Casati che introduce l'istruzione elementare obbligatoria è solo del 1859.

Tuttavia la cultura cominciò a circolare più liberamente e quegli ostacoli, cui si è sopra accennato, animarono volontà nuove verso la conquista della libertà e della unità nazionale. Si formò così una borghesia attiva e tenace che seppe poi esprimere imprenditori e tecnici che, avvalendosi dei più avanzati ritrovati tecnologici, costruirono l'Italia industriale; ma con più di cento anni di ritardo rispetto alla Gran Bretagna ed alla Francia e quando la spinta della rivoluzione scientifica e tecnologica si era ormai esaurita.

* * *

In questo quadro — sia pure sommariamente delineato — così povero di cultura scientifica e così inerte alle innovazioni, si colloca la società lombarda che vide nascere, formarsi e operare Alessandro Volta.

Egli nacque a Como il 18 febbraio 1745, rampollo di una famiglia aristocratica — ma leggermente decaduta — pienamente inserita in quella minoranza privilegiata cui si è prima accennato e fortemente legata agli ambienti ecclesiastici.

Il padre Filippo fu per undici anni nella Compagnia di Gesù, tornando poi alla vita secolare. Morto quando Alessandro aveva otto anni, la educazione di questi passò alla tutela dello zio, anch'egli di nome Alessandro.

Compì gli studi elementari in famiglia. A 13 anni fu avviato alla scuola dei Gesuiti per seguire corsi di umanità e rettorica. A 16 anni fu tolto dalla scuola dei Gesuiti ed affidato al Seminario.

I tre zii paterni erano religiosi; Alessandro (già citato) canonico, un altro arcidiacono ed il terzo domenicano. La madre era assai devota e pia. Le tre sorelle rimasero nubili. I tre fratelli furono avviati al sacerdozio.

Nell'ambiente familiare trovò tutte le premesse per l'avvio alla vita sacerdotale nel-

la Compagnia di Gesù; si salvò da questo disastro perché probabilmente non ne sentì la vocazione.

Mostrò fin dall'infanzia grande interesse per le scienze naturali e svolti i suoi compiti di scolaro irrequieto e ribelle, occupava il resto del suo tempo alla preparazione scientifica ed in particolare agli studi sui fenomeni elettrici.

A 19 anni dimostrò, attraverso scritti vari, di avere già una solida preparazione ed un singolare spirito di osservazione. Ma le scuole frequentate non diedero a lui pressoché nulla nella preparazione matematica e fisica, materie considerate dai suoi insegnanti religiosi come diaboliche e fuorvianti. Della scarsa preparazione matematica risentì tutta la sua opera. Fu, nella sua preparazione scientifica, un autodidatta.

Cantò poeticamente le bellezze della fisica che man mano a lui si rivelavano. A diciannove anni ne scrisse in latino; ma ancora prima compose un poemetto (andato disperso) di ottocento versi latini, riguardante le stagioni e un altro di quattrocentonovantadue esametri latini trattando dell'arco esplosivo, della polvere pirica e dei fuochi fatui. Dimostrò molta maestria nel disimpegnarsi nella duplice difficoltà della materia trattata e della forma scelta. Anche in queste opere giovanili dimostrò un grande spirito di osservazione. Coltivò anche in seguito l'attività poetica (in verità non del tutto perfetta) con sonetti scritti in varie occasioni. Scrisse, tra l'altro, un poemetto in occasione dell'ascensione del Monte Bianco promossa dal de Sassure.

Sorvolando, per brevità, sulle vicende della sua lunga vita, ricordiamo che la sua singolare versatilità culturale e scientifica l'ha visto buon umanista, straordinario fisico ed eccellente chimico pneumatista, nonché geologo e metereologo; ha lasciato impronte significative e durature nei campi più disparati.

Come fisico «elettrizzante» esordì criticamente ed autorevolmente a soli 24 anni entrando in corrispondenza con Padre Beccaria della Università di Torino, uno dei più autorevoli fisici del tempo. Operò poi su dimensioni europee e la sua fama di eccezionale sperimentatore si affermò con sicurezza ben prima della scoperta della pila presso tutti i più famosi scienziati del tempo. Ne divenne presto amico e collaboratore discutendo con loro con sicurezza, rispetto ed ammirazione ma da pari e pari; fu accolto come socio in tutte le principali Accademie e Società Scientifiche.

Con Franklin, suo immediato predecessore, e con Coulomb suo contemporaneo, Volta contribuì in misura determinante a liberare l'elettrostatica dalla situazione confusa, contraddittoria ed empirica di quel tempo, sgombrando il campo da una folla di falsi problemi.

Coulomb e Volta, in particolare, dominarono le ricerche nel settore durante l'ultimo trentennio del diciottesimo secolo. Ad entrambi va il merito, tra l'altro, di aver indicato, sia pure nella diversità di concezioni e di pensiero, le metodologie corrette da adottare nella osservazione, sperimentazione, analisi ed interpretazione dei fenomeni elettrici ed avviato così quel processo rapidissimo che avrebbe portato alla affermazione della Elettrologia come Scienza.

Troppo lungo sarebbe il solo elencare i contributi di Volta e poiché questa nota vuole sottolineare la sua presenza autorevole e protagonista oltre che nella rivoluzione scientifica anche in quella tecnologica, ci si soffermerà su quella che proprio su entrambi i versanti è la sua scoperta più importante, anche ed essenzialmente in relazione alle conseguenze che ne sono derivate.

L'incontro di Volta con il fenomeno nuovo su cui successivamente e per lunghi anni si è impegnata la sua opera fino alla definitiva affermazione della pila, avvenne in forma indiretta se non casuale sul finire del 1791.

Molto brevemente, perché i fatti sono ben noti: l'anatomo bolognese Galvani aveva osservato che l'arto di rane scorticate ed opportunamente preparate si contraeva ogni qual volta il muscolo veniva collegato con il nervo crurale mediante un arco metallico; egli aveva avanzato l'ipotesi che tale contrazione fosse da attribuire al «by pass», dal nervo al muscolo — considerati come armature di un condensatore — lungo l'arco metallico, di una presunta «elettricità animale»; in particolare, tali contrazioni apparivano più evidenti facendo uso di archi bimetallici.

Volta, ripetendo tali esperimenti pur con notevoli varianti, dopo una prima e piena adesione alle idee di Galvani, maturò diverse convinzioni dando l'avvio alla ben nota — e per molti aspetti poco edificante — controversia sulla interpretazione di quanto osservato. Egli riteneva che causa della corrente elettrica — responsabile delle contrazioni — fosse il cosiddetto «squilibrio elettrico» da ricercare nel contatto tra metalli diversi (arco bimetallico) e che il corpo della rana non avesse altra funzione che quella di chiudere il circuito; tale ipotesi trovava conferma nei risultati di altri esperimenti e negava quindi, sostanzialmente, che i processi osservati da Galvani fossero da attribuire ad una presunta «elettricità animale» di natura diversa da quella allora nota.

Avevano ragione e torto entrambi; ma le conoscenze chimico-fisiche del tempo non potevano aiutare a risolvere compiutamente la questione indubbiamente complessa e controversa.

Il passo decisivo verso la scoperta della pila avvenne attorno al 1796 quando Volta abbandonò la sperimentazione sulle rane e concentrò i suoi studi sulle catene di conduttori di prima classe (metalli) e di seconda classe (elettroliti). Tali studi portarono ad almeno tre risultati definitivi e di importanza fondamentale:

a) La scoperta di quello che oggi viene chiamato «effetto Volta» espresso dalla differenza tra i potenziali elettrici esterni di due metalli diversi posti a contatto; b) l'impossibilità di ottenere una corrente elettrica permanente con una catena chiusa costituita da un numero a priori qualsiasi di soli conduttori di prima classe ossia sfruttando il solo «effetto Volta»; c) la scoperta che si ottiene una corrente elettrica permanente inserendo opportunamente nelle catene di conduttori di prima classe, conduttori di seconda classe; in altri termini, la scoperta della pila.

I risultati degli studi sulle catene di conduttori di prima e seconda classe, sono sorprendenti.

Soprendenti, su piano scientifico, se si pensa alla scoperta dell'«effetto Volta» in relazione alle conoscenze del tempo; a maggior ragione, se si pensa che l'interpretazione e l'esistenza stessa di tale effetto, sono stati per oltre cento anni un rompicapo per i maggiori fisici teorici e sperimentali di tutto il mondo, trovando esauriente soluzione con Sommerfeld solo nel 1927, grazie alle teorie elettroniche dei metalli che nel frattempo erano maturate.

Sorprendenti, su piano tecnologico, in relazione alla povertà — se non primitività — dei mezzi tecnici e strumentali utilizzati (dischi e fili di rame, zinco, argento, ferro ecc., dischi di cartone o di panno imbevuti di acqua salata, pezzi di legno e di spago, elettroscopi, ecc. ecc.), ed in relazione alla porta che la scoperta della pila spalancava proprio al sorgere ed allo sviluppo di uno dei settori più fondamentali della tecnologia, fino ai nostri giorni. Mai, in nessuna attività umana, una tecnologia così povera ha dato origine a sviluppi tecnologici tanto ricchi!

A lungo si è discusso, polemicamente, sulla interpretazione che Volta aveva dato del funzionamento della pila. Egli aveva sottovalutato l'importanza dei processi chimici che prendono luogo alla superficie di contatto tra metallo ed elettrolita che, come oggi sappiamo, sono quelli che forniscono l'energia necessaria per il suo funzionamento. Ma la scoperta della pila anticipava di circa 50 anni la formulazione definitiva del primo principio della termodinamica, ossia avvenne quando le conoscenze non erano ancora tali da consentire l'analisi corretta di un bilancio energetico. Non stupisce quindi il fatto che, per molti aspetti, la teoria formulata da Volta potesse apparire contraddittoria con tale principio; Volta stesso lo avvertì quando affermò: «Questa circolazione senza fine del fluido elettrico può parere un paradosso, può essere inesplicabile; ma essa non è peraltro men vera e reale, e si tocca per così dire con mano». Ai suoi tempi non si poteva dire di più!

* * *

Con la pila si realizzava la prima sorgente di forza elettromotrice e di corrente elettrica continua nel senso attuale del termine e la notizia della sua scoperta, contenuta in una lettera inviata da Volta al presidente della Royal Society il 20 marzo 1800, volò rapidamente su tutta Europa suscitando ovunque enorme interesse.

Quanto avvenne sia sul versante scientifico che su quello tecnologico negli anni successivi ha straordinaria importanza per le nuove conoscenze acquisite grazie al suo impiego, nonché per la rapidità del loro susseguirsi e progredire.

Poche settimane dopo l'annuncio di Volta e poi nell'arco di pochi anni Nicholson, Carlisle, Wollaston, Ritter, Berzelius, Davy ed altri, avviando gli studi chimici per la via elettrolitica e chiarendo tutta una serie di supposizioni e processi allora confusi, ot-

tennero i primi risultati rilevanti: dalla scissione dell'acqua in idrogeno e ossigeno, alla deposizione del rame e all'isolamento di metalli quali sodio, potassio, bario, stronzio, calcio e magnesio.

Le basi dell'elettrochimica come scienza e come tecnologia venivano così saldamente gettate ed ebbero definitiva conferma quando Faraday le tradusse in termini quantitativi, negli anni 1832-1833.

Le applicazioni della pila a studi di interesse più strettamente fisico aprirono la strada, con una svolta radicale del pensiero scientifico, all'èra moderna dell'elettrodinamica e dell'elettromagnetismo.

Tale èra, si affermò con due scoperte a distanza di soli undici anni l'una dall'altra! La prima fu annunciata da Oersted nel 1820, la seconda da Faraday nel 1831.

È interessante seguire cronologicamente, sia pure a volo di uccello e limitatamente ai fatti più importanti, quando avvenne a distanza di pochi anni, a volte di pochi mesi o addirittura di settimane: un insieme straordinario di scoperte fondamentali e di applicazioni immediate si impose alla attenzione generale.

La notizia della scoperta di Orested fu comunicata alla Accademia di Francia da Arago nelle sedute del 4 ed 11 settembre 1820; per la prima volta viene dimostrato che una corrente elettrica produce effetti megnetici attraverso la rotazione che essa provoca su un ago megnetico posto nelle vicinanze; è il primo ponte che viene gettato tra elettricità e magnetismo. Nella sessione della settimana successiva, il 18 settembre, Ampère dimostra che le azioni dinamiche dovute ad una spira percorsa da corrente elettrica sono equivalenti a quelle di un magnete e che tutti i fenomeni magnetici sono riconducibili e imputabili a correnti elettriche; appena una settimana dopo, il 25 settembre, Ampère descrive le azioni meccaniche tra conduttori percorsi da correnti elettriche per effetto magnetico ma in assenza di megneti e stabilisce i fondamenti dell'elettrodinamica.

Il 30 ottobre Biot e Savart comunicano all'Accademia la legge che governa l'effetto osservato da Oersted attorno ad un conduttore rettilineo percorso da corrente elettrica.

Nello stesso anno Schweigger realizza il primo prototipo di galvanometro (o moltiplicatore) che ben presto si rivela di grande importanza per lo sviluppo del telegrafo elettrico.

Sempre nello stesso anno Arago scopre l'effetto magnetizzante della corrente elettrica e realizza i primi megneti artificiali e pochi anni dopo, nel 1825, Sturgeon realizza i primi elettromagneti.

Nel giorno di Natale del 1821, Faraday riesce per la prima volta a mettere in moto continuo un conduttore per effetto dell'interazione della corrente elettrica che in esso fluisce con un magnete permanente. Nel 1826 Barlow, riprendendo il lavoro di Faraday, realizza, con la sua ruota, il progenitore dei motori elettrici.

Nel 1822 Seebeck mette in evidenza una forza elettromotrice applicando un gradiente termico alle congiunzioni di due metalli; nel 1834 Peltier ne dimostra la reversibilità ed i due fenomeni troveranno poi nel 1851 un coerente inquadramento da parte

di Lord Kelvin nei suoi studi sulla termoelettricità.

Nel 1826 Ohm formula la legge — del resto già enunciata qualitativamente da Volta nel 1802 — che correla linearmente tensione e intensità di corrente in un conduttore metallico ma solo vent'anni dopo, nel 1847, Kirchoff la estende ai circuiti complessi costituiti da nodi e da maglie completando la formulazione delle leggi di base per i regimi stazionari. Tre decenni più tardi esse saranno generalizzate al caso dei regimi variabili da Maxwell e completate, più tardi ancora, da Rayleigh.

Al termine degli undici anni, nel 1831, Faraday ed Henry, pressoché contemporaneamente e indipendentemente, scoprono una possibilità nuova ed altrettanto rivoluzionaria per ottenere forze elettromotrici e correnti elettriche per effetto del moto relativo di più circuiti — o parte di questi — e di circuiti e magneti. Faraday precisa e generalizza i fenomeni di induzione elettromagnetica, ossia la cosiddetta «conversione» del magnetismo in elettricità ed apre definitivamente la strada alla tecnologia della dinamo e del motore elettrico.

Poco tempo dopo, Henry scopre il fenomeno della autoinduzione anticipando Faraday che indipendentemente lo scopre più tardi, mentre Lenz stabilisce il verso in cui fluiscono le correnti elettriche indotte. Faraday ed Henry realizzano poi il primo trasformatore e stabiliscono le basi della elettrotecnica dei regimi variabili.

Parallelamente, ed andando oltre il secolo della rivoluzione, prende avvio uno straordinario processo critico e di assetto logico-formale — o di matematizzazione — di quanto derivato dalla esperienza che vede impegnati, tra i maggiori, Laplace, Poisson, Green, Ampere, Gauss, Faraday, Neumann, Weber, Kelvin, Helmoltz e Maxwell.

Poisson, Laplace e Green, in particolare, riprendendo la rappresentazione a mezzo della funzione potenziale introdotta da Lagrange per il campo gravitazionale, la estendono brillantemente alla elettricità ed al magnestismo, mentre Faraday introduce il concetto e la definizione di linee di forza ed anticipa nella analisi dei fenomeni elettrici e magnetici il concetto fisico di campo e di interazione «a contatto» in contrapposizione a quello newtoniano di interazione «a distanza».

Sorge così e si afferma l'elettromagnetismo che troverà, nel 1873, la sua espressione fisica e matematica più generale, attraverso la generalizzazione del concetto di densità di corrente con quello di densità di corrente di spostamento, nella grande sintesi di Maxwell riassunta in quel celeberrimo sistema di equazioni differenziali che da lui ha preso il nome. Si esaurisce così quel processo di assetto fisico-matematico che per potenza concettuale ed eleganza formale non trova corrispondenza se non nell'opera di Newton, Leibniz, Descartes, Huygens e Lagrange.

Con la sintesi maxwelliana che unifica e simmetrizza in un quadro coerente i fenomeni elettrici e magnetici ed interpreta quelli luminosi in termini elettromagnetici, si completa il secondo passo verso la ricerca di una teoria generale idonea a descrivere unitariamente, in termini matematicamente semplici, le diverse interazioni fondamentali che governano l'universo intero.

Il primo passo era stato fatto da Newton con la unificazione della meccanica terrestre e di quella astronomica nella dinamica della gravitazione. Il terzo passo è ancora nella cronaca perché è di questi ultimi anni.

Il secolo della rivoluzione si esaurisce, chiudendo l'opera di Carnot, con la formulazione definitiva del primo e del secondo principio della termodinamica nei quali elettrochimica ed elettrodinamica trovano esauriente inquadramento; il primo principio per opera essenzialmente di Joule, Mayer, Kelvin ed Helmoltz; il secondo per opera di Clausius e Lord Kelvin.

Ma le radici di tutto questo tumultuoso progredire vanno ricercate nella sperimentazione effettuata nei primi trenta anni del secolo scorso ed, in particolare, negli undici anni che vanno dal 1820 al 1831.

Tale sperimentazione fu resa possibile, nella maggior parte dei casi, dalla disponibilità di generatori di corrente continua ed intensa, ossia da una tecnologia nuova e rivoluzionaria che aveva trovato in Volta il suo scopritore. Caduta temporalmente a metà del secolo della rivoluzione, la scoperta di Volta ne divenne subito protagonista indiscussa e, sia pure attraverso modifiche e perfezionamenti successivi, tale è rimasta anche oltre la rivoluzione, proiettandola fino ai nostri giorni.

Stupisce l'assenza pressoché totale di Volta in tutto questo tumultuoso progredire; a maggior ragione se si pensa che al momento della scoperta della pila egli era nel pieno della sua maturità scientifica (6). Forse pago della vittoria sui galvaniani egli abbandona quasi completamente le esperienze con la pila e sulla pila; le sue applicazioni vengono da lui ignorate e si lascia sfuggire non poche possibilità che nessuno più di lui aveva così a portata di mano.

Ma prescindendo da questo atteggiamento personale e dal fatto di non avere creato attorno a se una scuola che potesse proseguire sulla strada tracciata — punti questi che costituiscono sostanzialmente i lati più deboli di tutta la sua attività e che meritano comunque approfondimenti in sede di ricerca storica — resta il fatto che tutta l'opera di Volta rimane fondamentale per genialità, fecondità, varietà ed importanza dei risultati ottenuti, nonché per le porte che ha saputo aprire a quegli sviluppi dell'elettrochimica e della elettrodinamica che, nel bene e nel male, investono così prepotentemente la nostra vita quotidiana.

La sua formazione avvenne in un quadro educativo, culturale e scientifico, ben diverso da quello ormai consolidato ed organizzato dei paesi del centro-nord europeo; è il quadro che sia pur per grandi linee, si è cercato di richiamare inizialmente: povero,

---

(6) Numerosi sono i ritratti di Volta nella età matura ed avanzata. Quando chi scrive era Rettore della Università fu concordata con la sede centrale della Banca d'Italia la composizione della nuova banconota da Lire 10.000 che doveva portare su un lato l'effigie di Volta e sull'altro la facciata della Università di Pavia. Successivamente, la Banca d'Italia fece scelte diverse riproducendo su un lato una infelice effigie di Volta e riportando sull'altro il Tempio Voltiano in Como.

almeno di cultura scientifica e di spirito innovatore; inerte ai principi filosofici dell'illuminismo razionalistico settecentesco; sordo alla interpretazione galileiana della natura della ricerca scientifica; ostile alla penetrazione della nuova sperimentazione e della nuova matematica. Come si è detto, Volta fu, sul piano scientifico, un autodidatta; trentatreenne ebbe la fortuna, insieme a pochi altri, di trovare nei Principi quello spirito illuminato ed innovatore che gli consentì di esprimere le sue singolari capacità creative e di vivere in quella straordinaria atmosfera del tempo, di libera e trasparente circolazione del pensiero scientifico in tutto il mondo.

Percorrendo la storia del secolo della rivoluzione scientifica e tecnologica, è sconfortante la pressoché totale assenza di contributi da parte del nostro Paese, in quanto tale; è tuttavia esaltante la presenza di singoli ed eminenti scienziati come Alessandro Volta fisico e di pochi altri quali, volendo citare solo i maggiori, Lazzaro Spallanzani naturalista, Antonio Scarpa anatomo e chirurgo ed Amedeo Avogadro chimico-fisico che sono universalmente riconosciuti tra le maggiori figure scientifiche del tempo, nonché autentici protagonisti di quella rivoluzione.

Alberto Gigli Berzolari

Alessandro Volta.

Fig. 1 - Volta nella età matura e sua firma.

Fig. 2 - Tipico esperimento eseguito in un salotto intorno al 1730. Una persona, tenuta isolata, viene elettrizzata e può dare segni elettrici e scintille. «L'esperimento divenne subito di moda nei salotti eleganti dell'epoca e ripetuto in mille e mille guise diverse conquistò e deliziò cavalieri, dame e cicisbei, soprattutto poi quando si scoperse che... «le donne generalmente si elettrizzano più facilmente e in miglior maniera degli uomini, le giovani meglio delle vecchie». *Alessandro Volta*, a cura di Giovanni Polvani, p. 30.

DE VI ATTRACTIVA

IGNIS ELECTRICI,

AC PHÆNOMENIS INDE PENDENTIBUS

ALEXANDRI VOLTÆ

PATRICII NOVO-COMENSIS

AD JOANNEM BAPTISTAM

BECCARIAM

EX SCHOLIS PIIS

IN REGIA TAURINENSI UNIVERSITATE

MATHEMATICÆ PROFESSOREM

DISSERTATIO EPISTOLARIS

NOVO COMI, MDCCLXIX.

Typis Octavii Staurenghi Impreſſoris Epiſcopalis,

Superiorum Facultate.

Fig. 3 - Frontespizio della prima opera a stampa di Volta - 1769.

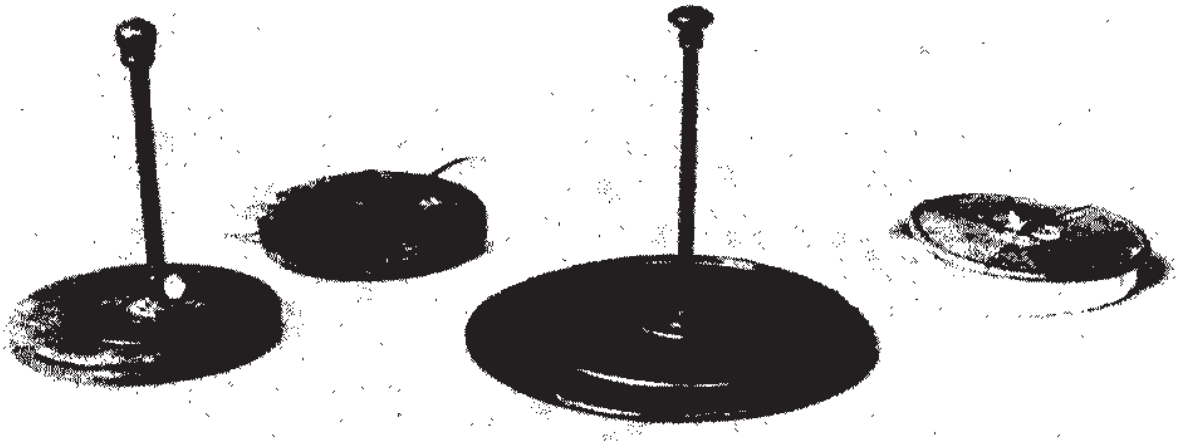

Fig. 4 - Cimeli di Volta conservati nel tempio voltiano di Como; il terzo da sinistra è un elettroforo, gli altri sono condensatori.

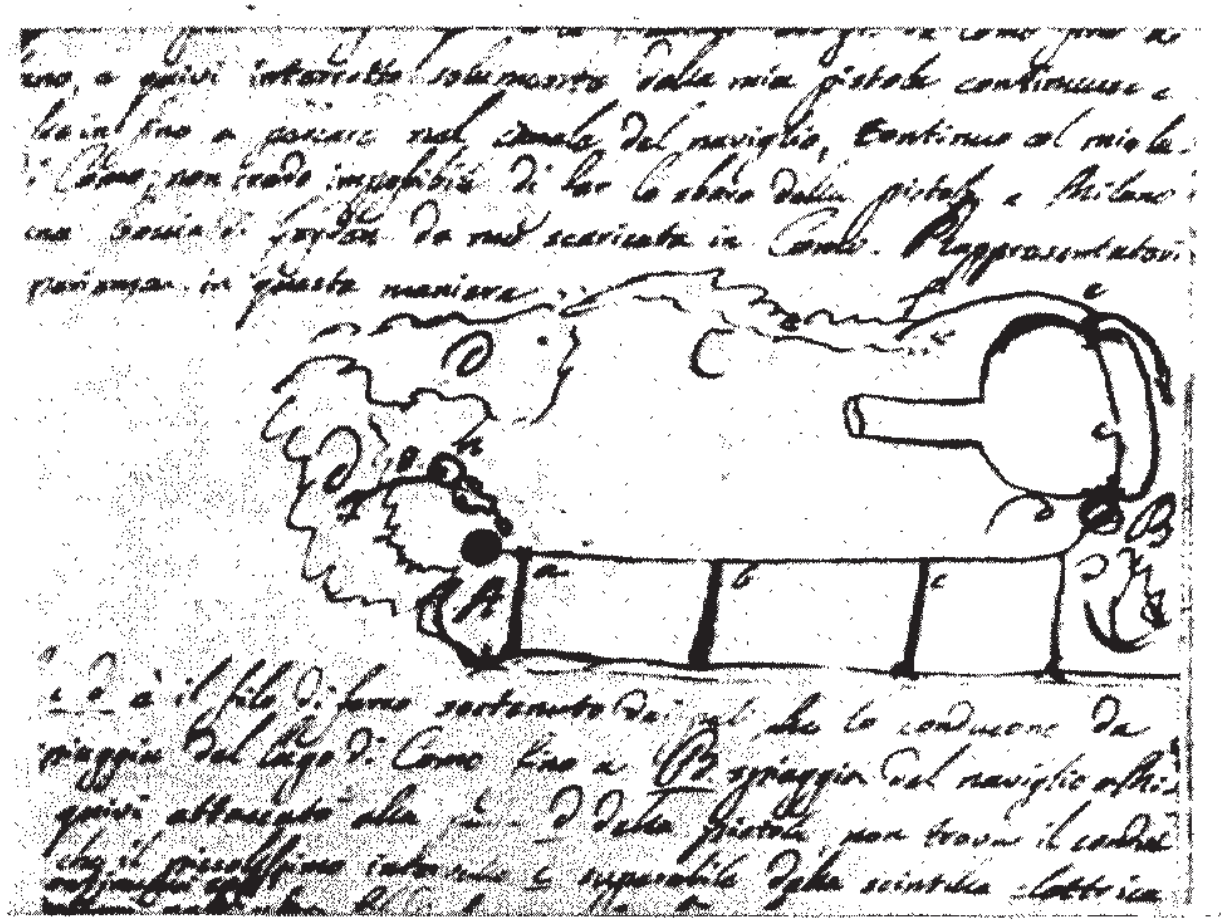

Fig. 5 - Autografo di Volta riguardante il progetto di accensione comandata da Como (A), di una pistola posta a Milano (B) mediante una scarica elettrica condotta lungo un filo metallico a, b, c, d, sostenuto da pali isolanti ed un canale d'acqua e, f, g, h. Volta non poté attuare questo progetto che è del 1777, l'anno in cui salì sulla Cattedra di Fisica Sperimentale a Pavia.

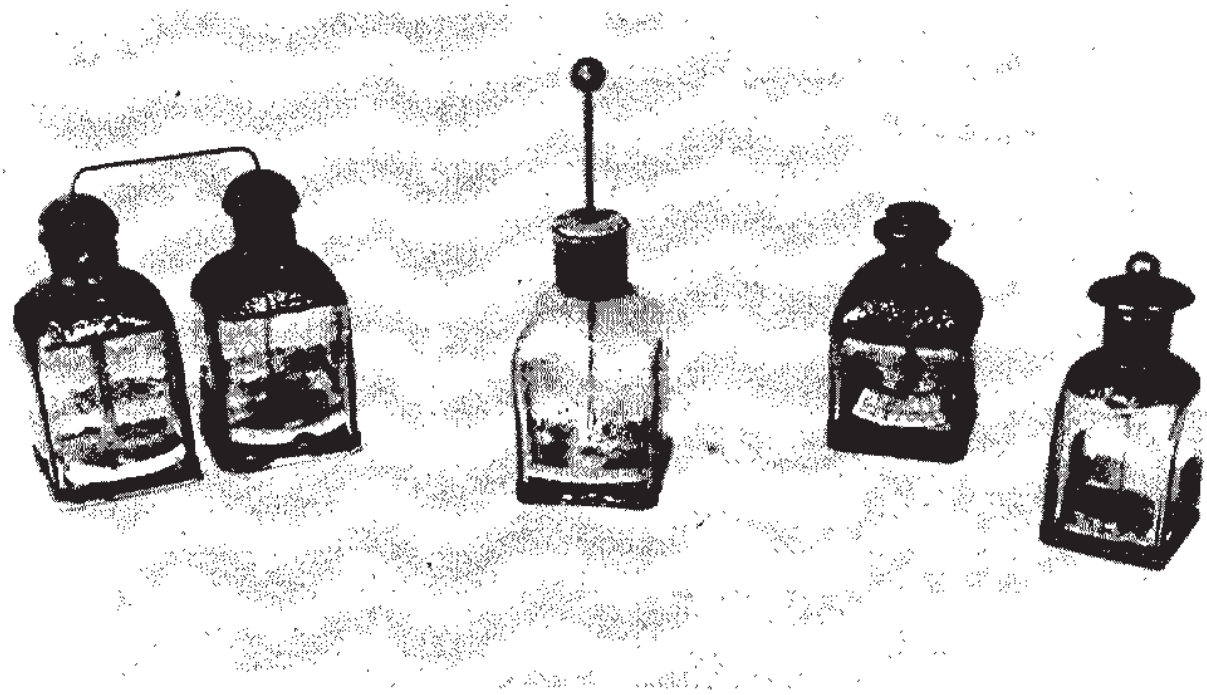

Fig. 6 - Elettrometri conservati nel tempio voltiano di Como.

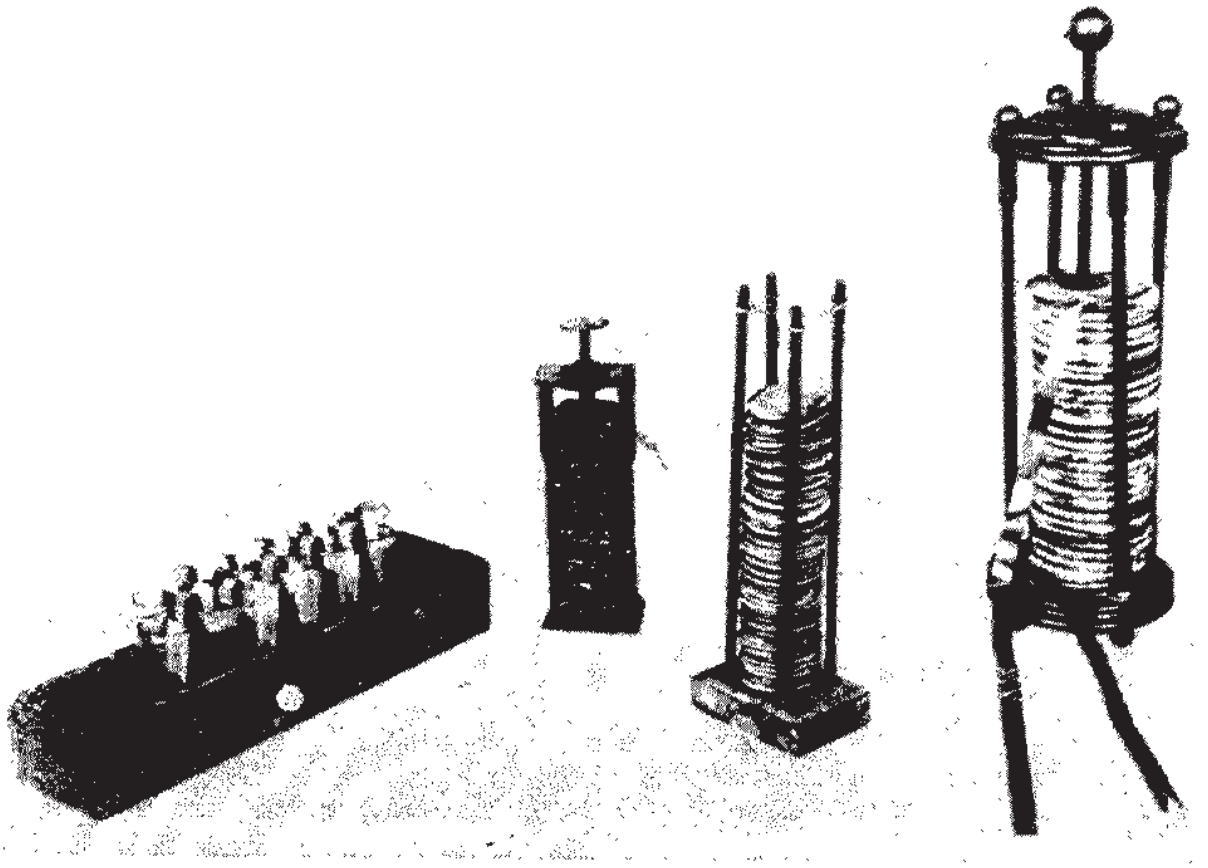

Fig. 7 - Pile costruite da Volta e conservate nel tempio voltiano di Como..

Fig. 8 - Pile costruite da Volta già conservate all'Istituto Lombardo (Milano).

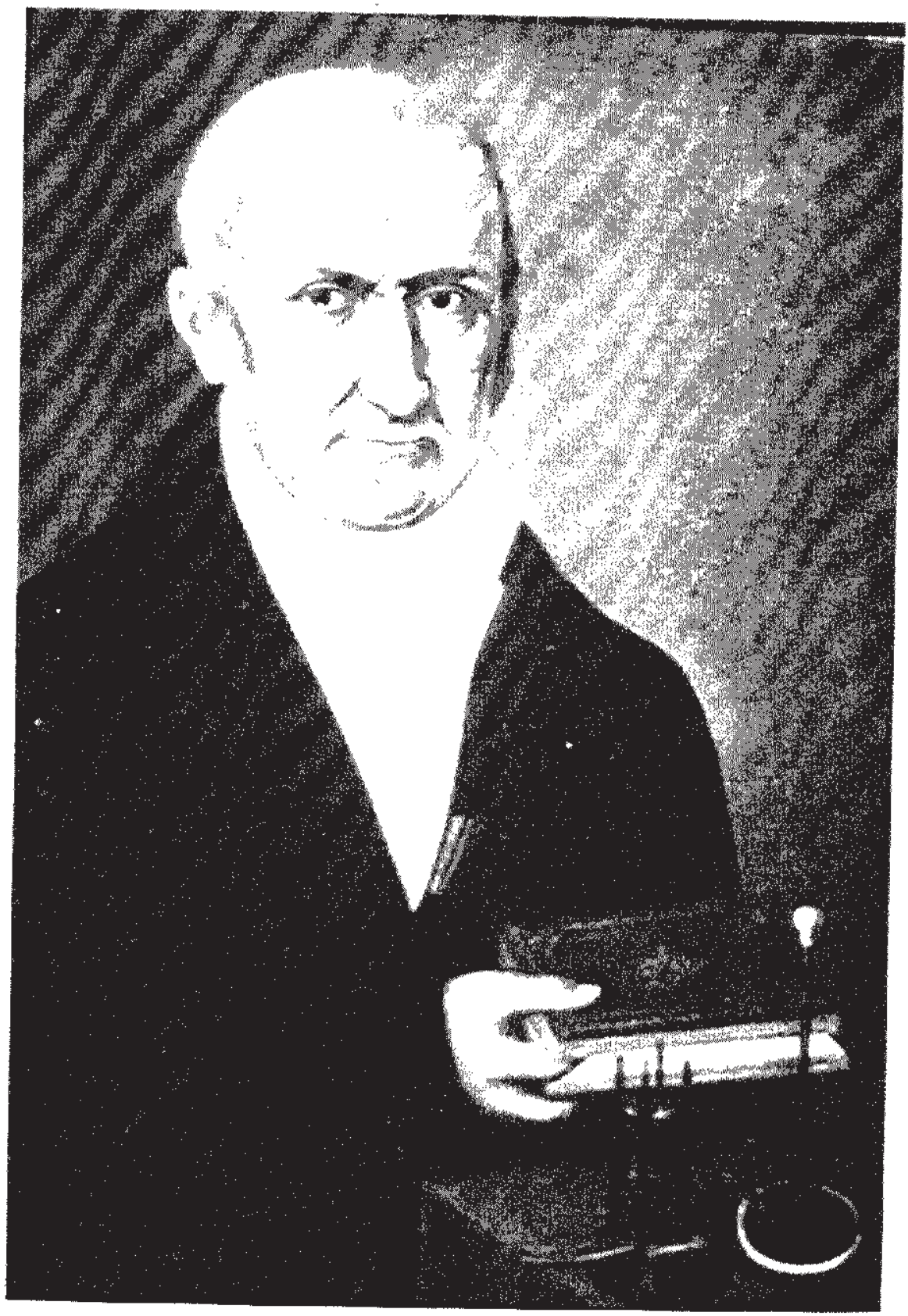

Fig. 9 - Ritratto ad olio di Volta ormai in età avanzata (famiglia Volta).